

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

ED Alloycasting Production C-MAXI merupakan perusahaan yang dulu bergerak dalam bidang pengecoran peralatan rumah tangga yang berbahan baku aluminium. Seiring berjalannya waktu perusahaan ini memperluas usahanya dalam bidang pembuatan produk presisi seperti spare part sepeda, pembuatan part presisi lainnya sesuai dengan pesanan konsumen, pembuatan *mould* (cetakan) keramik maupun besi yang berbahan baku terspesifikasi dari aluminium seri 1 sampai 7.

Perusahaan ini mulai berdiri pada tahun 1958, yang awalnya mencetak menggunakan mesin tradisional dan kini sudah menggunakan mesin-mesin modern. Lebih tepatnya perusahaan ini berlokasi di Jalan Ki Guno Mrico 414 Giwangan, Umbulharjo RT 026/09, Giwangan, Umbul Harjo Kota: Yogyakarta.

4.1.1 Visi dan Misi *Home Industry* C-Maxi Alloycasting

Perusahaan ED Aluminium memiliki visi dan misi sebagai berikut:

a. Visi

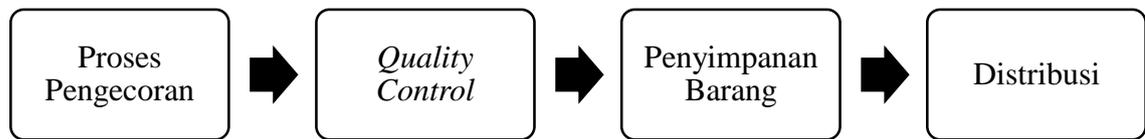
Menjadi pilihan utama dalam pemenuhan kebutuhan peralatan rumah tangga aluminium yang berkualitas.

b. Misi

- 1) Melaksanakan pelayanan prima pelanggan
- 2) Mempercepat pemenuhan kebutuhan pasar
- 3) Melakukan pengembangan dan inovasi produksi secara berkelanjutan
- 4) Melakukan efisiensi untuk menghasilkan produk dengan harga terjangkau
- 5) Meningkatkan kemampuan sumber daya manusia
- 6) Meningkatkan sarana dan prasarana untuk menghasilkan produk yang bermutu

4.1.2 Gambaran Proses Pengolahan

Proses pengolahan aluminium di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* terdiri dari beberapa tahapan, antara lain yaitu proses pengecoran, *quality control*, penyimpanan barang sebelum dipasarkan dan distribusi. Skema produksi aluminium disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 4. 1 Skema Proses Produksi

a. Proses Pengecoran

Home Industry C-Maxi Alloycasting dalam proses pembuatan produk alat rumah tangga menggunakan proses pengecoran. Proses pengecoran terdiri dari:



Gambar 4. 2 Proses Pengecoran Aluminium

b. Peleburan logam

Langkah pertama dalam pengecoran aluminium di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* adalah peleburan logam dengan menggunakan bahan baku aluminium batangan. Pada proses peleburan menggunakan cara yang standar dengan panas yang tinggi.



Gambar 4. 3 Peleburan Logam

c. Penuangan Logam Cair

Pada proses penuangan logam cair, logam cair tersebut di tuangkan ke cetakan yang berbentuk penggorengan.



Gambar 4. 4 Penuangan Logam Cair

d. Pengangkatan Cetakan

Setelah logam cair mengeras dalam cetakan kemudian selanjutnya adalah membuka tutup cetakan lalu cetakan berikan cairan pendingin sebelum digunakan kembali.



Gambar 4. 5 Pemberian Cairan Pendingin

e. Pengangkatan Hasil Coran

Setelah proses pengangkatan cetakan maka selanjutnya mengangkat hasil coran berupa penggorengan.



Gambar 4. 6 Mengangkat Hasil Coran

f. *Finishing*

Setelah hasil coran tersebut jadi berupa wajan penggorengan maka tahap selanjutnya adalah *finishing*. Pada tahap *finishing* terdiri dari pembubutan yang bertujuan agar permukaan lebih halus, mengkilap, dan ukurannya sesuai dengan yang diinginkan. Pada proses pembubutan ini menggunakan tenaga manusia.



Gambar 4. 7 Membubut Benda Hasil Coran

g. Proses *Quality Control*

Pada proses ini bertujuan untuk meneliti atau memeriksa benda yang telah selesai dikerjakan sesuai atau tidak dengan standar *Home Industry C-Maxi Alloycasting* yang bertujuan untuk memuaskan pelanggan.



Gambar 4. 8 Proses *Quality Control*

h. Penyimpanan Barang

Setelah proses *quality control* maka langkah selanjutnya adalah penyimpanan barang di gudang dan setelah itu didistribusikan.



Gambar 4. 9 Gudang Penyimpanan Barang

i. Distribusi

Barang yang telah siap dipasarkan akan di distribusikan oleh pihak perusahaan dan juga bisa diambil oleh pedagang.



Gambar 4. 10 Barang siap di Distribusikan

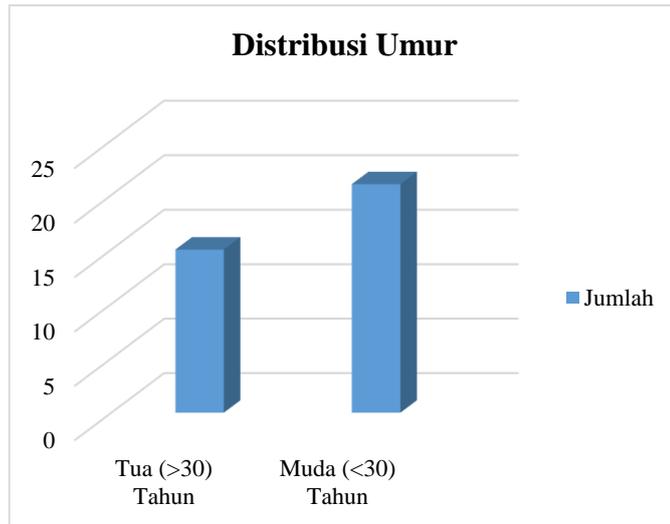
4.2 Gambaran dan Karakteristik Responden

Pada bab ini akan dijelaskan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kapasitas fungsi paru pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting*, DIY. Pengumpulan data pada penelitian ini berasal dari data primer yang diperoleh dari hasil kuesioner dan pengukuran intensitas paparan debu, sedangkan data sekunder yang dimaksud yaitu deskripsi umum perusahaan.

Penelitian ini dilakukan di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* yang beralamat di Jl. Ki Guno Mrico No. 414, Giwangan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penyebaran kuesioner diberikan kepada 36 pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycasting*, dimana 20 orang bekerja pada divisi *casting* dan 16 orang pada bagian *finishing*. Setelah dilakukan proses pengambilan data, diperoleh gambaran umum responden yang bekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* antara lain, umur, jenis kelamin, bagian atau divisi kerja, masa kerja dan lama aktivitas kerja. Pada penelitian ini, analisis univariat digunakan untuk menganalisis distribusi frekuensi umur responden, masa kerja, kebiasaan pemakaian masker, riwayat penyakit dan gambaran gangguan fungsi paru pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting*. Sedangkan uji bivariat menggunakan uji *Chi Square* untuk mengetahui hubungan antar variabel serta analisis multivariat untuk mengetahui korelasi antara variabel bebas dengan variabel terikat.

a. Distribusi Umur Responden

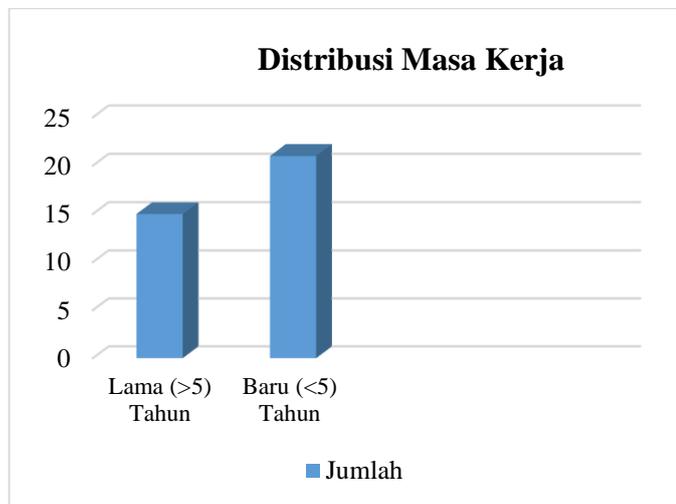
Berdasarkan hasil analisis deskriptif terhadap umur responden dalam penelitian ini diperoleh data bahwa mayoritas pekerja berumur kurang dari 30 tahun yaitu sebanyak 21 responden, sedangkan sisanya 15 responden berumur lebih dari 30 tahun.



Gambar 4. 11 Distribusi Umur Responden

b. Distribusi Masa Kerja Responden

Gambaran masa kerja responden maupun pekerja dalam penelitian ini disajikan dalam gambar berikut.

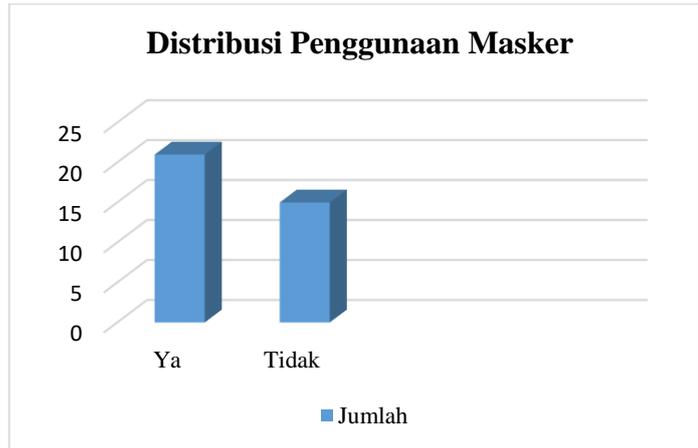


Gambar 4. 12 Distribusi Masa Kerja Responden

Jika dilihat dari gambar diatas menunjukkan bahwa mayoritas pekerja memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun (baru) sebanyak 21 responden, sedangkan sebanyak 15 responden menyatakan memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun (lama).

c. Distribusi Penggunaan Masker Responden

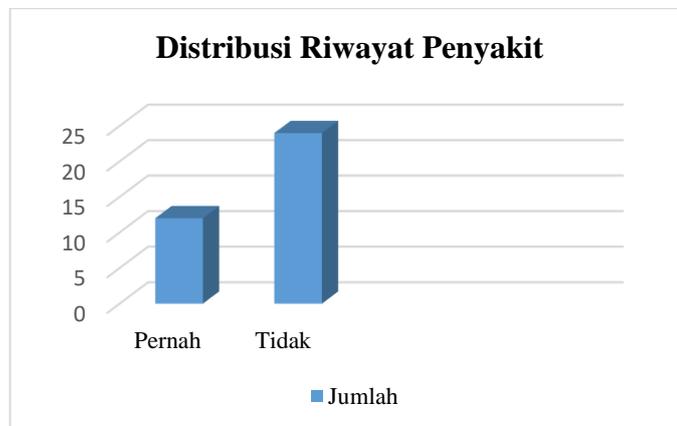
Berdasarkan hasil analisis terhadap kebiasaan penggunaan masker pada responden dalam penelitian ini diperoleh data bahwa mayoritas pekerja telah menggunakan masker selama bekerja dengan jumlah 21 responden dan 15 responden menyatakan tidak pernah menggunakan masker selama bekerja.



Gambar 4. 13 Distribusi Penggunaan Masker Responden

d. Distribusi Riwayat Penyakit Responden

Riwayat penyakit yang ditemukan pada pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycating* berdasarkan hasil analisis pada gambar menunjukkan bahwa sebanyak 24 responden menyatakan tidak pernah memiliki riwayat penyakit dan yang pernah mengalami riwayat penyakit sebanyak 12 responden.



Gambar 4. 14 Distribusi Riwayat Penyakit Responden

e. Gambaran Paparan Debu *Home Industry C-Maxi Alloycasting*

Pengukuran kadar debu dilakukan pada lima titik di *Home Industry C-Maxi Alloycasting*, lokasi dimana responden bekerja sehari-hari. Hasil pengukuran paparan debu di 5 titik sampel penelitian yang dilakukan di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Rerata Paparan Debu *Home Industry C-Maxi Alloycasting*

Titik sampel area	Paparan debu (mg/m ³)	Gangguan fungsi paru
Lantai 1. Casting Presisi	0,0405	
Lantai 1. Casting Rumah Tangga	0,1749	7 orang
Lantai 1. Finishing	0,0859	
Lantai 2. Finishing sebelah Mesin	0,2457	3 orang
Lantai 2. Finishing sebelah Genset	0,2700	
Rerata	0,1634	

Sumber: *Data Primer diolah, 2018*

Paparan debu diperoleh dari pengukuran yang dilakukan di beberapa titik *Home Industry C-Maxi Alloycasting*. Pengukuran paparan debu di area kerja dengan menggunakan alat ukur *Low Volume Air Sampler (LVAS)* berdasarkan SNI 16-7058-2004 tentang pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja. Pengukuran paparan atau kadar debu dilakukan selama 30 menit dengan interval pukul 09.06-09.36, 09.51-10.20, 10.42-11.11, 12.55-13.25 dan 13.35-14.04 WIB.

Tabel diatas menunjukkan bahwa kadar debu yang ada di kelima titik sampel penelitian berada dibawah nilai ambang batas (NAB) zat kimia udara di tempat kerja yaitu 10 mg/m³. Kadar debu paling tinggi berada di lantai 2 bagian proses *finishing* sebelah genset yaitu 0,2700 mg/m³, diikuti bagian *finishing* sebelah mesin sebesar 0,24565 mg/m³. Meskipun kadar debu berada dibawah ambang batas, masih ditemukan pekerja dengan gangguan fungsi paru dibagian *casting* sebanyak 7 orang, pada bagian *finishing* sebanyak 3 orang dengan gangguan fungsi paru. Kondisi tersebut kemungkinan dapat dipengaruhi oleh kebiasaan pekerja dalam menggunakan masker dan riwayat kesehatan untuk setiap pekerja.

4.2.1 Hasil Analisis Univariat

Analisis univariat dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi frekuensi setiap variabel dalam bentuk tabel, mulai dari variabel umur responden, masa kerja, kebiasaan pemakaian masker, riwayat penyakit dan gangguan fungsi paru pekerja.

a. Umur Responden

Hasil analisis deskripsi umur responden selengkapnya diuraikan sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Distribusi Umur Responden terhadap Fungsi Paru

Umur	Fungsi Paru Pekerja			
	Normal		Gangguan	
	n	Frekuensi (%)	n	Frekuensi (%)
Muda (<30tahun)	18	69	3	30
Tua (>30tahun)	8	31	7	70
Jumlah	26	100	10	100

Sumber: Data primer diolah, 2018

Analisis hasil hubungan umur responden dengan fungsi paru pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycating* menunjukkan bahwa mayoritas pekerja mengalami gangguan fungsi paru berasal dari kelompok umur lebih dari rata-rata 30 tahun yaitu sebanyak 70%. Secara teori, terjadinya penuaan pada seseorang diketahui juga menjadi faktor patologi paru obstruktif yang dapat menurunkan rasio FEV1/FVC. Semakin bertambah usia seseorang, maka daya tahan tubuh dan fungsi organ tubuh juga akan semakin menurun, sehingga akan lebih rentan terkena berbagai penyakit jika dibandingkan dengan usia muda. Sedangkan pekerja dengan kelompok umur kurang dari rata-rata 30 tahun yang mengalami gangguan fungsi paru hanya sebesar 30% atau 3 responden.

b. Masa Kerja Responden

Masa kerja responden kelompok pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru dan tidak mengalami gangguan *di Home Industry C-Maxi Alloycating* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 3 Distribusi Masa Kerja dengan Fungsi Paru Pekerja

Masa Kerja	Fugsi Paru Pekerja			
	Normal		Gangguan	
	n	%	n	%
> 5 tahun	10	38	5	50
< 5 tahun	16	62	5	50
Jumlah	26	100	10	100

Sumber: Data primer diolah, 2018

Tabel di atas menunjukkan bahwa hampir seluruh responden pada kelompok pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru telah bekerja selama > 5 tahun dan < 5 tahun masing-masing sebesar 50%. Berbeda dengan pekerja yang masih baru atau telah bekerja < 5 tahun ditemukan pekerja yang sehat atau normal sebesar 62%, dimana persentase tersebut lebih tinggi jika dibandingkan pekerja yang telah bekerja selama > 5 tahun yaitu sebesar 38%. Artinya, semakin lama masa kerja seseorang maka akan berisiko mengalami gangguan fungsi paru lebih tinggi dibanding pekerja yang memiliki masa kerja baru (kurang dari 5 tahun).

c. Kebiasaan Pemakaian Masker

Kebiasaan pemakaian masker pada pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 4 Distribusi Kebiasaan Pemakaian Masker dengan Fungsi Paru Pekerja

Kebiasaan Pemakaian Masker	Fugsi Paru Pekerja			
	Normal		Gangguan	
	n	%	n	%
Ya	18	69	3	30
Tidak	8	31	7	70
Jumlah	26	100	10	100

Sumber: Data primer diolah, 2018

Tabel 4.3 diatas menunjukkan distribusi pekerja yang terkena gangguan fungsi paru, dimana mayoritas pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru tidak menggunakan APD jenis masker selama bekerja, yaitu sebanyak 7 responden (70%), sedangkan untuk pekerja yang memakai masker mengalami gangguan fungsi paru lebih rendah jika dibandingkan dengan pekerja yang tidak menggunakan APD yaitu sebanyak 3 responden (30%). Artinya, pekerja yang tidak mematuhi standar operasional prosedur di tempat kerja dengan tidak menggunakan masker lebih banyak berisiko terkena gangguan fungsi paru. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti lamanya penggunaan masker dan jenis masker yang digunakan tidak sesuai dengan standar.

d. Riwayat Penyakit

Riwayat penyakit merupakan salah satu aspek yang berpotensi untuk mempengaruhi gangguan fungsi paru pekerja, dimana riwayat penyakit seseorang adalah jenis penyakit yang sebelumnya pernah diderita. Riwayat penyakit yang dimiliki pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycating* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 5 Distribusi Riwayat Penyakit Pekerja dengan Fungsi Paru

Riwayat Penyakit	Fungsi Paru Pekerja			
	Normal		Gangguan	
	n	%	n	%
Tidak	21	81	3	30
Pernah	5	19	7	70
Jumlah	26	100	10	100

Sumber: *Data primer diolah, 2018*

Hasil analisis univariat di atas menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki riwayat penyakit berisiko mengalami gangguan fungsi paru sebesar 70% (7 responden). Kondisi tersebut menggambarkan jika riwayat penyakit dapat mempengaruhi terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating*.

Berikut adalah tabel akumulasi hasil univariat dari variabel umur, masa kerja, kebiasaan pemakaian masker dan riwayat penyakit:

Tabel 4. 6 Akumulasi Hasil Univariat dari Semua Variabel

Karakteristik Responden	Fungsi Paru Pekerja			
	Normal		Gangguan	
	n	%	n	%
Umur				
Muda (<30 tahun)	18	69	3	30
Tua (>30 tahun)	8	31	7	70
Jumlah	26	100	10	100
Masa kerja				
> 5 tahun	10	38	5	50
< 5 tahun	16	62	5	50
Jumlah	26	100	10	100
Kebiasaan Pemakaian Masker				
Ya	18	69	3	30
Tidak	8	31	7	70
Jumlah	26	100	10	100
Riwayat Penyakit				
Tidak	21	81	3	30
Pernah	5	19	7	70
	26	100	10	100

Sumber: *Data primer diolah, 2018*

e. Gambaran Status Fungsi Paru Responden

Gambaran fungsi paru dilihat dari hasil pengukuran %FEV dan %FVC. Satuan hasil pengukuran adalah liter kemudian dikonversikan ke dalam % predicted. Nilai % predicted kemudian dijadikan pedoman penentu fungsi paru normal atau ada gangguan. Menurut West (2011) keadaan paru-paru manusia dapat dikatakan normal jika nilai FEV% $\geq 75\%$ dan FVC $\geq 80\%$ dan dikatakan ada gangguan jika terdapat obstruksi (FEV% $< 75\%$) dan (FVC $< 80\%$).

Fungsi paru pada karyawan *Home Industry C-Maxi Alloycating* diketahui melalui hasil pengukuran spirometer. Hasil pengukuran terhadap 36 responden diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Distribusi Gangguan Fungsi Paru Responden

Fungsi Paru Pekerja	Bagian Kerja			
	Casting		Finishing	
	Jumlah	Frekuensi (%)	Jumlah	Frekuensi (%)
Normal	13	65	13	81
Gangguan	7	35	3	19
Total	20		16	

Sumber : *Data primer diolah, 2018*

Hasil distribusi gangguan fungsi paru pekerja disajikan pada Tabel 4.6 diatas, yang menunjukkan bahwa sebagian besar karyawan di *Home Industry C-Maxi Alloycating* normal atau tidak mengalami gangguan fungsi paru sebanyak 26 orang (72%) dan sebanyak 10 orang (29%) karyawan diketahui mengalami gangguan fungsi paru, dimana 7 orang (35%) dibagian *casting*, dan 3 orang (19%) dibagian *finishing*.

4.2.2 Hasil Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara variabel bebas dengan variabel terikat menggunakan uji *Chi Square*. Hasil analisis bivariat pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Analisis Bivariat

Variabel	p value	Keterangan
Umur	0,032	Signifikan
Masa kerja	0,107	Tidak signifikan
Kebiasaan pemakaian masker	0,032	Signifikan
Riwayat penyakit	0,004	Signifikan

Sumber : *Data primer diolah, 2018*

Hasil analisis statistik *Chi Square Test* terhadap variabel umur menunjukkan p value 0,032 atau $< 0,05$ maka berdasarkan perbandingan tersebut dapat dikatakan terdapat hubungan umur pekerja dengan fungsi paru pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycating*. Jika dilihat dari hasil uji bivariat menunjukkan masa kerja memiliki nilai signifikansi atau p value 0,107 atau lebih besar dari 0,05. Sehingga dapat dikatakan tidak terdapat hubungan masa kerja dengan gangguan fungsi paru pekerja.

Hasil analisis *Chi Square* menunjukkan terdapat hubungan antara kebiasaan pemakaian masker terhadap gangguan fungsi paru pekerja, dimana hal ini dibuktikan dengan nilai p value sebesar 0,032 atau lebih rendah dari 0,05. Hal yang sama juga terjadi pada riwayat penyakit yang menunjukkan terdapat hubungan dengan nilai signifikansi $0,004 < 0,05$.

4.2.3 Hasil Analisis Multivariat

Analisis multivariat digunakan untuk mengetahui korelasi ataupun hubungan yang terjadi antar variabel dengan menggunakan analisis regresi, terutama dalam hal faktor-faktor yang dapat mempengaruhi gangguan fungsi paru pada pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating*. Uji multivariat ini dilakukan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja, setelah dilakukan uji bivariat.

a. Pengaruh Umur, Penggunaan Masker dan Riwayat Penyakit Terhadap Gangguan Fungsi Paru Responden

Analisis regresi dan korelasi dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi paru pekerja. Hasil analisis regresi dan korelasi umur, pemakaian masker, dan riwayat penyakit pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 9 Hubungan Umur, Penggunaan Masker dan Riwayat Penyakit Responden Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pekerja

Variabel	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Nilai R	Sig.
Umur	$Y = 0,582 - 0,234X$	0,356	0,203	0,379
Kebiasaan Penggunaan Masker	$Y = 0,582 + 0,191X$	0,356	0,203	0,250
Riwayat Penyakit	$Y = 0,582 + 0,567X$	0,482	0,203	0,038*

* *Correlation is significant at the 0,05 level (2-tailed).*

Hasil uji regresi karakteristik umur, kebiasaan pemakaian masker dan riwayat penyakit pada responden terhadap gangguan fungsi paru terlihat pada tabel diatas, dimana umur (0,356) dan pemakaian masker (0,356) memberikan hubungan korelasi lemah terhadap gangguan fungsi paru pekerja selanjutnya, untuk riwayat penyakit (0,482) menunjukkan hubungan maupun korelasi sedang terhadap gangguan fungsi paru pekerja. Artinya, adanya riwayat penyakit lebih memberikan hubungan yang lebih tinggi dibanding umur dan pemakaian masker. Adapun korelasi dikatakan lemah jika nilai koefisien korelasi (0,21-0,40), dikatakan sedang jika nilai koefisien korelasi (0,41-0,60), dan dikatakan kuat jika nilai korelasi (0,61-0,80) (Hair et al., 2010). Jika

dilihat dari nilai signifikansi dari seluruh variabel menunjukkan bahwa riwayat penyakit berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan fungsi paru responden dengan nilai sig. $0,038 < 0,05$. Berdasarkan koefisien diatas dapat diketahui bahwa nilai constanta dari seluruh variabel adalah 0,582 dan variabel riwayat penakit mempengaruhi fungsi paru sebesar 56,7%, untuk persamaan regresinya dapat dirumuskan sebagai berikut $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ diaman didapat $Y = 0,582 - 0,234X_1 + 0,191X_2 + 0,567X_3$.

4.3 Pembahasan

Pada Pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycasting* terdapat 10 pekerja yang memiliki gangguan fungsi paru antara lain 7 pekerja dibagian *casting* dan 3 pekerja dibagian *finishing*. Pada bab ini akan dijelaskan keterkaitan hasil analisis dengan teori yang ada terkait hubungan karakteristik responden, kebiasaan pemakaian masker, dan riwayat penyakit serta paparan debu di lima titik sampel terhadap gangguan fungsi paru pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting*.

4.3.1 Hubungan Umur Responden Terhadap Fungsi Paru Pekerja

Hasil analisis bivariat dengan *Chi Square Test* terhadap karakteristik responden menunjukkan bahwa umur pekerja memiliki hubungan terhadap fungsi paru pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycasting* dengan nilai p value 0,032. Pekerja yang berusia lebih dari 30 tahun termasuk kelompok usia yang paling banyak berisiko terkena gangguan fungsi paru jika dibandingkan kelompok usia lainnya dengan persentase 70% (7 responden). Artinya umur pekerja merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan fungsi paru pekerja. Sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Dangi & Bhise (2018) bahwa terdapat hubungan korelasi antara durasi lamanya paparan dan usia terhadap fungsi paru dan gejala pernapasan. Usia pekerja yang lebih dari 30 tahun dan terpapar debu selama lebih dari 10 tahun, serta merokok merupakan faktor risiko yang berpengaruh secara signifikan terhadap gejala pernapasan. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian Rismandha dkk (2017) Faktor yang berhubungan dengan variabel gangguan fungsi paru (y) adalah masa kerja, umur, paparan debu kayu, kebiasaan olahraga dan kebiasaan merokok.

Hasil penelitian Aini (2015) juga menunjukkan bahwa selain paparan debu, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi gangguan fungsi paru. Faktor tersebut meliputi usia, masa kerja, perilaku penggunaan alat pelindung diri, riwayat penyakit, jenis kelamin, kebiasaan olahraga, status gizi dan kebiasaan merokok. Tingginya kejadian gangguan fungsi paru juga dapat didukung oleh faktor lingkungan tempat kerja, dimana pada bagian produksi banyak paparan debu yang mengganggu saluran pernapasan. Pada bagian produksi proses yang dilakukan adalah peleburan logam aluminium batangan menggunakan api panas yang sangat tinggi. Debu yang masuk saluran napas dapat menimbulkan reaksi mekanisme pertahanan non-spesifik berupa batuk, bersin, gangguan transport mukosilier dan fagositosis oleh makrofag. Adapun proses penumpukan debu yang terdapat di dalam paru-paru terjadi saat bernapas dengan menarik napas, sehingga udara yang mengandung banyak debu masuk ke dalam paru-paru, dimana debu tersebut masuk melalui hidung, faring, trakea, bronkus, bronkiolus dan alveoli. Terjadinya pengerasan pada jaringan alveoli akibat masuknya debu di bagian alveoli sehingga mengakibatkan oksigen menurun dan kapasitas paru-paru pada pekerja tersebut akan ikut menurun (Slamet & Kamilla, 2017).

Hasil analisis regresi terhadap umur pekerja menunjukkan bahwa umur tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan fungsi paru pekerja dengan nilai signifikansi 0,379 atau $> \alpha 0,05$. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa faktor umur seseorang tidak mempengaruhi terjadinya gangguan fungsi paru, dimana terdapat faktor lain yang lebih berpotensi meningkatkan gangguan fungsi paru seperti tingkat kesehatan, riwayat penyakit dan faktor lingkungan tempat kerja.

4.3.2 Hubungan Masa Kerja Responden Terhadap Fungsi Paru Pekerja

Hasil analisis *Chi Square Test* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan atau asosiasi antara masa kerja terhadap gangguan fungsi paru pekerja dengan nilai p value $0,107 > \alpha 0,05$. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Christie (2017) yang menyimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gangguan faal paru dengan p value 0,336.

Meskipun demikian, hasil analisis menunjukkan pekerja *Home Industry C-Maxi Alloycasting* yang sudah bekerja lebih dari 5 tahun mengalami gangguan

fungsi paru yaitu sebanyak 5 orang (50%). Sesuai dengan hasil penelitian Azizah (2015) bahwa gangguan fungsi paru lebih banyak dialami oleh pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun, memiliki riwayat penyakit pernapasan, memiliki status gizi kurus, merokok lebih dari 5 tahun dan menghabiskan rokok lebih dari 1 pak per hari. Dengan kata lain, masa kerja yang lebih lama dapat mempengaruhi terjadinya gangguan fungsi paru pekerja. Kondisi tersebut terjadi karena seiring semakin lamanya pekerja bekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating*, maka akan sering terpapar bahan-bahan kimia berbahaya dan debu yang dapat mengganggu pernapasan. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan Christie (2017) yang menyimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gangguan faal paru ($p \text{ value} = 0,336$). Pernyataan tersebut didukung oleh Draid, dkk dan Rahmansyah (dalam Nazila & Sutomo, 2017) masa kerja dengan gangguan fungsi paru tidak memiliki hubungan bermakna. Variabel yang berpotensi menyebabkan gangguan fungsi paru adalah lamanya seseorang terpapar polutan, artinya semakin lama masa kerja seseorang, maka semakin lama pula waktu paparan terhadap polutan tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Trisnawati (2007) menggambarkan bahwa tidak ada hubungan antara masa kerja dengan kapasitas vital paru tukang ojek di Alun-alun ungaran Kabupaten Semarang pada bulan Maret tahun 2007. Artinya terjadinya gangguan fungsi paru pekerja tidak hanya disebabkan oleh faktor masa kerja, akan tetapi juga disebabkan oleh faktor lainnya seperti usia. Total suatu zat yang diabsorpsi paru-paru tidak hanya tergantung pada lamanya paparan debu kayu saja, namun perlu di perhitungkan kadar debu dalam ruangan kerja, serta sifat-sifat kimia dan fisik debu kayu (Kumendong et al., 2011). Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada bukti signifikan antara masa kerja dengan kapasitas vital paru. Jumlah total suatu zat yang diabsorpsi paru-paru bukan hanya tergantung pada lamanya paparan debu aluminium saja, namun perlu di perhitungkan kadar debu dalam ruangan kerja, serta sifat-sifat kimia dan fisik debu kayu. Penurunan kapasitas paru tidak hanya disebabkan oleh faktor pekerjaan maupun lingkungan kerja, namun ada sejumlah faktor non-pekerjaan yang dapat menjadi faktor yang mempengaruhi maupun menjadi variabel pengganggu.

4.3.3 Hubungan Kebiasaan Pemakaian Masker Terhadap Fungsi Paru Pekerja

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil sebesar 70% (7 responden) pekerja yang tidak memakai masker mengalami gangguan fungsi paru. Artinya, kebiasaan pemakaian masker pada pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* dapat mempengaruhi risiko terjadinya gangguan fungsi paru. Berbeda jika pekerja memiliki kebiasaan pemakaian masker saat bekerja tidak akan memiliki risiko yang cukup tinggi terhadap gangguan fungsi paru seperti terlihat pada Tabel 4.3 dimana persentase pekerja yang memakai masker dan mengalami gangguan fungsi paru sebesar 30% (3 responden). Hal ini terjadi karena responden yang taat menggunakan masker pada saat bekerja pada area yang berdebu akan meminimalkan jumlah paparan partikel debu yang dapat terhirup. Selain jumlah paparan, ukuran partikel yang kemungkinan lolos dari masker menjadi kecil (Budiono, 2007). Pernyataan tersebut diperkuat dengan Ningrum (2012) yang mengungkapkan bahwa terdapat faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru yaitu kebiasaan terpapar debu dan penggunaan alat pelindung diri seperti masker dengan p value 0,023.

Hasil analisis bivariat menunjukkan terdapat hubungan antara penggunaan masker terhadap gangguan fungsi paru dengan nilai p value 0,032. Hasil penelitian ini sejalan dengan Obuh dkk, (2017) dimana hubungan penggunaan masker dengan gangguan fungsi paru pekerja bongkar muat dipelabuhan Manado, memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,195 dengan kata lain tidak terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan masker dengan gangguan pada fungsi paru.

Kebiasaan pekerja dalam menggunakan alat pelindung diri sangat penting dalam standar operasional prosedur pekerja di lingkungan yang mengandung kadar debu tinggi. Pekerja sering menggunakan masker pada saat bekerja pada area yang berdebu akan meminimalkan jumlah paparan partikel debu yang dapat terhirup. Selain jumlah paparan, ukuran partikel yang kemungkinan lolos dari masker menjadi kecil.

Hasil analisis multivariat terhadap kebiasaan pemakaian masker pada saat bekerja secara signifikan tidak berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* dengan nilai signifikansi 0,250 atau lebih besar dari α 0,05. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lain yang diduga mampu

memberikan pengaruh yang kuat dan lebih besar terhadap gangguan fungsi paru, seperti riwayat penyakit dan kondisi kesehatan pekerja serta kadar debu aluminium yang dapat membahayakan kondisi paru-paru.

Selain kebiasaan memakai masker, jenis masker yang digunakan juga dapat meningkatkan terjadinya gangguan fungsi paru pekerja. Kebiasaan menggunakan masker yang baik dan jenis masker yang tepat merupakan cara “aman” bagi pekerja yang berada di lingkungan kerja berdebu untuk melindungi kesehatan (Zainuri & Rachmalia, 2016). Kebiasaan menggunakan masker berhubungan dengan saluran pernapasan dan gangguan fungsi paru. Pada penelitian Simanjuntak dkk (2015) faktor-faktor yang signifikan terhadap gangguan fungsi paru. Sebaliknya, jika pekerja tidak menggunakan masker maka akan mengalami resiko terjadinya gangguan terhadap fungsi paru dari pekerja yang menggunakan APD. Jika menggunakan masker dalam bekerja akan mengurangi resiko terhindar paparan debu yang berlebihan karena masker tersebut dapat bersungsi sebagai penyaring udara agar tidak langsung terkontaminasi oleh debu ke sistem pernapasan. Alat pelindung diri (pernapasan) wajib digunakan oleh semua pekerja di industri yang menghasilkan debu dalam proses produksinya. Jenis alat pelindung pernapasan yang dapat digunakan oleh pekerja industri kayu antara lain respirator. Tingkat proteksi dari masker dipengaruhi oleh faktor jenis debu, jenis masker, dan kemampuan masker dalam menyaring debu. Ningrum (2012) mengungkapkan jika kebiasaan memakai alat pelindung diri bagi pekerja bertujuan agar pekerja merasa aman dari bahaya atau kecelakaan akibat melakukan suatu pekerjaannya. APD untuk melindungi fungsi paru adalah masker.

4.3.4 Hubungan Riwayat Penyakit Terhadap Fungsi Paru Pekerja

Riwayat penyakit merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan fungsi paru pekerja. Berdasarkan data dalam Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa pekerja di *Home Industry C-Maxi Alloycating* yang memiliki riwayat penyakit sama-sama mengalami gangguan fungsi paru. Jika dilihat dari hasil analisis univariat pekerja yang memiliki riwayat penyakit mengalami gangguan fungsi paru sebesar 70% (7 responden). Hal ini menggambarkan bahwa seseorang yang mempunyai riwayat penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi

sehingga alveolus akan terlalu sedikit mengalami pertukaran udara. Akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah (Betandriyan, 2012).

Hasil uji *chi square* menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara riwayat penyakit dengan gangguan fungsi paru dengan p value 0,004 atau $< p 0,05$. Oleh karena terdapat hubungan antara riwayat penyakit terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja, maka setelah dilakukan analisis multivariat juga diperoleh data bahwa riwayat penyakit berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan fungsi paru pekerja dengan nilai signifikansi 0,038 atau lebih rendah dari $\alpha 0,05$. Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Stocks & Sonnappa (2013) yang mengungkapkan bahwa fungsi paru-paru yang dilacak pada anak usia 9 hingga 26 tahun menunjukkan riwayat asma pada penderita gangguan fungsi paru. Pelkonen et al., (2013) menambahkan jika orang tua yang memiliki riwayat penyakit akan meningkatkan respon jalan napas dengan penurunan fungsi paru awal. Dengan kata lain, seseorang yang memiliki riwayat penyakit yang berhubungan terhadap fungsi paru lebih berpotensi dan berisiko terkena gangguan fungsi paru dibandingkan dengan individu yang tidak memiliki riwayat penyakit.

Sementara Wesdock & Arnold., (2014) menjelaskan bahwa industri aluminium sangat berpotensi menimbulkan bahaya bagi para pekerja, dimana adanya debu bauksit yang ditimbulkan dapat berisiko terjadinya penyakit pernapasan, seperti rhinitis dan penurunan fungsi paru. Penyebab seperti trauma dada, kelainan dinding dada dan tumor pada paru juga turut berpengaruh terhadap fungsi paru yang akan menyebabkan rusaknya bagian fibrosis pada alveoli sehingga terjadinya hambatan pada proses penyerapan udara pernapasan tersebut dan menyebabkan udara yang masuk kedalam alveoli berkurang. Dengan pernyataan diatas maka riwayat penyakit tidak dapat bersiri sendiri sebagai faktor terjadinya gangguan fungsi paru. Putra (2014) menambahkan hasil penelitiannya bahwa riwayat penyakit (p value 0,157) dan riwayat pekerjaan (p value 0,493) tidak berhubungan dengan kapasitas vital paru. Seseorang yang pernah mengidap penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi sehingga alveolus akan terlalu sedikit mengalami pertukaran udara. Akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah. Banyak ahli berkeyakinan bahwa penyakit emfisema kronik, pneumonia, asma bronkiale, tuberculosis dan sianosis akan memperberat kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja yang

terpapar oleh debu organik dan anorganik. Meskipun demikian, diketahui bahwa riwayat penyakit pernapasan memiliki OR sebesar 7,451 artinya responden yang memiliki riwayat penyakit pernapasan berisiko 7 kali lebih besar menderita penyakit paru obstruktif kronik (Ismail, dkk, 2017).

4.3.5 Hubungan Paparan Debu Terhadap Fungsi Paru Pekerja

Debu di lingkungan kerja diketahui dapat berpengaruh terhadap kesehatan terutama pada sistem pernapasan. Rokhim (2017) menambahkan bahwa debu merupakan salah satu bahan kimia yang bersifat partikel dan dapat timbul atau terjadi pada sebagian proses produksi dan dapat menyebabkan gangguan terhadap pekerja baik kesehatan maupun keselamatan kerjanya. Bahan baku yang digunakan oleh pandai besi membahayakan kesehatan pekerja apabila memapari pekerja dalam konsentrasi tertentu secara terus menerus, salah satunya adalah silika. Selanjutnya, kristal silika terinhalasi menyebabkan penurunan fungsi paru-paru, radang paru-paru akut, gangguan autoimun, bahkan dapat menyebabkan kanker paru-paru (Regia & Oginawati, 2016).

Pengukuran kadar debu di udara bertujuan untuk mengetahui kadar debu pada suatu lingkungan kerja konsentrasinya sesuai dengan kondisi lingkungan kerja yang aman dan sehat bagi pekerja. Alat-alat yang biasa digunakan untuk pengambilan sampel debu total di udara seperti *High Volume Sampler (HVS)*, *Middle Volume Sampler (MVS)* dan *Low Volume Sampler (LVS)*.

Partikel debu yang berada di udara akan melayang-layang di udara lalu masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan. Debu juga dapat mengganggu penglihatan dan dapat menimbulkan reaksi kimia sehingga kandungan debu di udara menjadi butiran partikel yang sangat rumit karena terdapat campuran dari berbagai bahan dengan bentuk dan ukuran yang berbeda (Aini, 2015).

Pengukuran kadar debu dilakukan di lima titik sampel yang tersebar di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* yaitu lantai 1 area *finishing*, *casting* presisi dan *casting* rumah tangga, lantai 2 area *finishing* sebelah mesin dan *finishing* sebelah genset. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar paparan debu dari seluruh titik sampel di *Home Industry C-Maxi Alloycasting* masih berada dibawah nilai ambang batas (NAB) yang berlaku untuk kadar debu di lingkungan kerja. Menurut Standar

Nasional Indonesia tahun 2005 nilai ambang batas zat kimia di udara tempat kerja khususnya kadar debu adalah 10 mg/m^3 . Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk kadar debu total di tempat kerja adalah 10 mg/m^3 dan untuk Nilai Ambang Batas (NAB) debu aluminium tidak disebut secara spesifik dalam peraturan tersebut. Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Sari dkk, (2017) uji statistik menunjukkan nilai p value KVP 0,853 dan VEP1 sebesar 0,814 yang berarti tidak ada perbedaan fungsi paru berdasarkan kadar debu total di bagian *Flush Door*, *Finishing* mentah, *finishing coating* PT. Bogowonto Primalaras dan kadar debu tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Ekawati & Suwondo (2005) bahwa rerata kadar debu total pada lokasi pengecoran/pencetakan sebesar $0,65 \text{ mg/m}^3$ sedangkan untuk lokasi pengikiran/pembubutan sebesar $2,75 \text{ mg/m}^3$. Keduanya masih berada di bawah NAB yaitu 10 mg/m^3 . Meskipun kadar paparan debu di lima titik masih dibawah NAB SNI, akan tetapi kadar debu yang paling tinggi berasal dari area *finishing* sebelah genset di lantai 2 yaitu $0,27 \text{ mg/m}^3$. Hal ini menyebabkan pengkategorian tidak dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu melebihi atau tidak melebihi NAB, sehingga kadar debu tidak dapat dihubungkan dengan gangguan fungsi paru menggunakan uji *chi square*.

Tingginya kadar paparan debu di area *finishing* disebabkan karena pada area tersebut dilakukan proses pembubutan dan pengikiran. Pembubutan dilakukan agar permukaan lebih halus, mengkilap, dan ukuran sesuai yang di inginkan. Dalam pembubutan ini pemahatan dilakukan dengan tangan manusia, yaitu dengan sebuah besi yang diujungnya terdapat pahat bubut. Proses pembubutan dan pemahatan tersebut akan sangat berbahaya karena pekerja akan terpaapar serpihan bahan-bahan aluminium dan debu yang berbahaya bagi kesehatan pekerja. Apalagi jika pada saat bekerja dibagian *finishing* tersebut, pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri seperti masker, yang berfungsi untuk melindungi dan menyaring udara kotor agar tidak terhirup langsung dan masuk ke dalam saluran pernapasan manusia. Pernyataan tersebut diperkuat dengan hasil penelitian ini bahwa ditemukan pekerja dengan gangguan fungsi paru terutama dibagian *finishing* dan *casting Home Industry C-Maxi Alloycasting* yaitu sebanyak 7 orang di bagian *casting* dan 3 orang di bagian

finishing. Hasil penelitian ini sejalan dengan Sihombing dkk, (2013) dimana meskipun kadar debu di depan mesin press masih dibawah NAB terdapat pekerja yang menderita gangguan fungsi sebanyak 4 pekerja, yang meliputi obstruktif ringan, sedang, restriktif ringan dan campuran, serta 15 pekerja yang tidak mengalami gangguan fungsi paru. Meskipun kadar debu di usaha penampungan butut dibawah Nilai Ambang Batas, bukan berarti kondisi lingkungan kerja mutlak aman bagi pekerja, karena hasil pemeriksaan fungsi paru menunjukkan adanya pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru ringan dan sedang akibat menginhalasi debu aluminium. Aluminium sebagai bahan utama *Home Industry C-Maxi Alloy* mengandung senyawa yang cukup serius yang dikenal dengan nama silika. Darmawan, (2013) menambahkan jika debu yang terhirup oleh tenaga kerja dapat menimbulkan kelainan fungsi atau kapasitas paru. Kelainan tersebut terjadi akibat rusaknya jaringan paru – paru yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas kerja. Terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja juga dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel debu yang berada di udara. Oktaviani & Prasasti, (2015) menjelaskan bahwa ukuran partikel secara langsung dapat berkaitan dengan potensi penyebab masalah kesehatan. Partikel yang terkandung dalam udara umumnya memiliki ukuran 0,1-50 μ atau lebih. Partikel yang memiliki ukuran diameter 2,5 μ atau kurang dapat menyebabkan pencemaran udara dan memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan. Pernyataan tersebut didukung oleh Sari dkk, (2017) terjadinya gangguan fungsi paru pekerja tidak hanya dipengaruhi oleh kadar debu yang tinggi, melainkan juga dipengaruhi oleh karakteristik dari responden. Kondisi tersebut semakin menunjukkan bahwa terjadinya gangguan fungsi paru tidak hanya dipengaruhi oleh kadar debu di lingkungan tempat kerja, akan tetapi masih terdapat faktor-faktor lain yang berpengaruh.

Silika sendiri merupakan kelompok IV oksida logam, secara alami terjadi berupa kristal dan amorf. Bentuk silika yang paling berlimpah adalah α -quartz (kristal silika). Silika merupakan salah satu komposisi kimia dalam besi yang digunakan dalam pembuatan perabotan rumah tangga berbahan utama aluminium. Kristal silika yang terinhalasi akan menyebabkan penurunan fungsi paru-paru, radang paru-paru akut, gangguan autoimun, bahkan menyebabkan kanker paru-paru. Pekerja industri aluminium sangat berpotensi mengidap penyakit paru-paru karena

seringnya terpapar kristal silika melalui inhalasi, tidak menggunakan alat pelindung diri berupa masker dan kondisi industri yang tidak didukung oleh ventilasi yang memadai (Regia dkk, 2016).

Pada saat dibakar, debu silika akan keluar dan terdispersi ke udara bersama – sama dengan partikel lainnya, seperti debu alumina, oksida besi dan karbon dalam bentuk debu silika yang masuk ke dalam paru-paru akan mengalami masa inkubasi sekitar 2 sampai 4 tahun. Masa inkubasi ini akan lebih pendek, atau gejala penyakit silicosis akan segera tampak, apabila konsentrasi silika di udara cukup tinggi dan terhisap ke paru-paru dalam jumlah banyak. Tingginya jumlah pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru pada bagian *casting* kemungkinan disebabkan karena pada bagian tersebut pekerja akan lebih sering terpapar debu berbahaya yang terkandung dalam aluminium, dimana pada proses tersebut debu silika akan masuk ke dalam saluran pernapasan dan berisiko menimbulkan berbagai jenis penyakit berbahaya (Nugroho, 2012). Ukuran debu partikel yang dapat membahayakan berkisar 0,1-10 μ , sedangkan departemen kesehatan mengisyaratkan bahwa ukuran debu yang membahayakan berada pada rentang 0,1-10 μ . Rentang nilai konsentrasi kristal silika selama 8 jam kerja antara 0,0189 – 0,5663 mg/m^3 dengan nilai rata-rata sebesar $0,2147 \pm 0,1801 \text{ mg}/\text{m}^3$ dimana nilai rata-rata tersebut telah melebihi SE 01/MEN/1997 (Regia & Oginawati, 2016). Dengan kata lain, adanya paparan debu silika yang terus-menerus seiring berjalannya waktu dapat membahayakan kesehatan manusia, khususnya pekerja yang menghabiskan waktunya ditempat kerja selama 8 jam dalam sehari.

Untuk meminimalisir kadar debu yang dihasilkan oleh *Home Industry C-Maxi Alloycasting* dapat dilakukan dengan rekayasa *engineering* yaitu menyediakan *exhaust fan* di bagian *casting* dan ventilasi yang sesuai standar di bagian *finishing*. Sistem ventilasi dirancang untuk meningkatkan kenyamanan termal pekerja. Tahapan yang dilakukan dimulai dari pengkajian sistem ventilasi aktual. Semua komponen sistem ventilasi dicatat dalam lembar pengamatan. Pengamatan mencakup jumlah dan posisi penempatan komponen sistem ventilasi. Selanjutnya akan dianalisis jumlah dan posisi penempatan sistem ventilasi berdasarkan rumus perhitungan. Hasil yang didapat berdasarkan perhitungan akan dibandingkan dengan kondisi aktual.

Adapun kajian dalam perencanaan ventilasi adalah kajian termal, kuisoner termal, waktu kerja produktif, dan engineering control dengan perancangan sistem ventilasi. Kajian termal yang dilakukan adalah data temperatur udara, kecepatan angin, dan kelembaban. Untuk kuisoner termal terdiri dari dua bagian yaitu berisi dampak kondisi termal dan dampak keluhan fisik (Homma, 2004). Waktu kerja produktif yang dimaksud adalah mengumpulkan persentase jumlah *work dan idle* operator bagian formulasi selama jam kerja. Adapun defenisi *work* dalam perencanaan ventilasi ini adalah suatu kegiatan yang dilakukan di tempat kerja sedangkan *idle* merupakan suatu keadaan pekerja yang sedang tidak melakukan kegiatan. Sementara itu *engineering control* dengan perancangan sistem ventilasi dengan melakukan kajian mengenai jumlah turbin vetilator yang ideal dan memilih ventilasi sesuai kebutuhan (Pandiangan, dkk, 2013).